

Docket No.: 4468-017

PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of

Eiji KIMURA

Serial No. Not yet assigned

Filed: June 11, 2001

For: OPTICAL CHARACTERISTIC MEASURING APPARATUS, METHOD AND  
RECORDING MEDIUM

: Group Art Unit: Not yet assigned

: Examiner: N/A

JC986 U.S. PTO  
09/877202  
06/11/01

#3  
5 Sep 01  
R. Itallier

**CLAIM OF PRIORITY AND**  
**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Assistant Commissioner For Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority  
of:

**Japanese Patent Application No. P2000-179716 filed June 15, 2000**

cited in the Declaration of the present application.

The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP

Benjamin J. Hauptman  
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310  
Alexandria, Virginia 22314  
(703) 684-1111  
BJH:ms

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC986 U.S. PTO  
09/877202  
06/11/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-179716

出 願 人

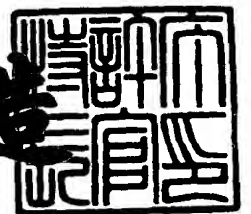
Applicant(s):

株式会社アドバンテスト

2001年 5月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3038942

【書類名】 特許願

【整理番号】 8289

【提出日】 平成12年 6月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01M 11/02

【発明の名称】 光特性測定装置、方法、記録媒体

【請求項の数】 30

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバンテスト内

    【氏名】 木村 栄司

【特許出願人】

    【識別番号】 390005175

    【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

    【識別番号】 100097490

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 細田 益稔

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 082578

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光特性測定装置、方法、記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、  
波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、  
前記可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調手段と、  
前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、  
波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、  
所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、  
前記固定波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調手段と、  
前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、  
を備えた光特性測定装置。

【請求項 2】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、  
波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、  
前記固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調手段と、  
前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、  
波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、  
所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、  
前記可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調手段と、  
前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調手段に

出力する第二光電変換手段と、  
を備えた光特性測定装置。

【請求項 3】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、

波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光源と、

前記第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調手段と、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、

波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光源と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、

前記第二可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調手段と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、

を備えた光特性測定装置。

【請求項 4】

前記第二光変調手段が前記第二光線路に前記第二入射光を入射した時の反射光を光電変換する第三光電変換手段を備えた請求項 2 または 3 に記載の光特性測定装置。

【請求項 5】

前記第一光電変換手段の出力する計測用電気信号と前記基準電気信号との位相差を計測する位相差を計測する位相比較手段と、

前記位相差を使用して、被計測物の群遅延特性または分散特性を計算する特性計算手段と、

を備えた請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の光特性測定装置。

【請求項 6】

前記第三光電変換手段の出力する反射計測用電気信号と前記基準電気信号との位相差を計測する位相差を計測する位相比較手段と、

前記位相差を使用して、被計測物の群遅延特性または分散特性を計算する特性計算手段と、

を備えた請求項 4 に記載の光特性測定装置。

【請求項 7】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置に用いられる光生成装置であって、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、

前記可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調手段と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、

を備えた光生成装置。

【請求項 8】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、

前記固定波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調手段と、

を備えた光特性測定装置。

【請求項 9】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置に用いられる光生成装置であって、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、

前記固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調手段と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、

を備えた光生成装置。

【請求項 1 0】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、

前記可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調手段と、

を備えた光特性測定装置。

【請求項 1 1】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置に用いられる光生成装置であって、

波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光源と、

前記第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調手段と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、

を備えた光生成装置。

【請求項 1 2】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、

波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光源と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、

前記第二可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記

第二光線路に入射する第二光変調手段と、  
を備えた光特性測定装置。

【請求項 1 3】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、  
波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、  
前記可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調工程と、  
前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、  
波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、  
所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、  
前記固定波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調工程と、  
前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、  
を備えた光特性測定方法。

【請求項 1 4】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、  
波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、  
前記固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調工程と、  
前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、  
波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、  
所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、  
前記可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調工程と、  
前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、



を備えた光特性測定方法。

【請求項 1 5】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、

波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成工程と、

前記第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調工程と、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、

波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長生成工程と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、

前記第二可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調工程と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、

を備えた光特性測定方法。

【請求項 1 6】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法に用いられる光生成方法であって、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、

前記可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調工程と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、

を備えた光生成方法。

【請求項 1 7】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、  
所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、  
前記固定波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調工程と、  
を備えた光特性測定方法。

【請求項 1 8】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法に用いられる光生成方法であって、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、  
前記固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調工程と、  
前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、  
を備えた光生成方法。

【請求項 1 9】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、  
波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、  
所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、  
前記可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調工程と、  
を備えた光特性測定方法。

【請求項 2 0】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法に用いられる光生成方法であって、

波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成工程と、

前記第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調工程と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、

を備えた光生成方法。

【請求項 2 1】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、

波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光生成工程と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、

前記第二可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調工程と、

を備えた光特性測定方法。

【請求項 2 2】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、

前記可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調処理と、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、

前記固定波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調処理と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 3】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、

前記固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調処理と、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、

前記可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調処理と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 4】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成処理と、

前記第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調処理と、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、

波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長生成処理と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、

前記第二可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記

第二光線路に入射する第二光変調処理と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 5】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理に用いられる光生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、

前記可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調処理と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 6】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、

前記固定波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 7】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理に用いられる光生成処

理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、

前記固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調処理と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 8】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、

波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、

所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、

前記可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 2 9】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理に用いられる光生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成処理と、

前記第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を前記第一光線路に入射する第一光変調処理と、

前記第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、前記第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、

を備えた記録媒体。

【請求項 3 0】

光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を前記一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、

前記第二可変波長光を前記基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を前記第二光線路に入射する第二光変調処理と、

を備えた記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ファイバペアなどのDUT (Device Under Test) の波長分散特性の測定に関し、特にDUTの両端に別々の測定機を接続しての波長分散特性の測定に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

長距離にわたって光を伝送する場合は、光ファイバのみによって光を伝送すると損失が大きい。そこで、光ファイバに、光信号を増幅する光アンプ (EDFA) とを組み合わせた光ファイバ線路を用いて、損失を防ぐ。光アンプは、ある一方向にのみ光を通す。そこで、双方向通信を行うためには、ある一方向に光を伝送する一本の光ファイバ線路と、ある一方向とは反対の方向に光を伝送する一本の光ファイバ線路と、をまとめてケーブルとする。このケーブルを1ファイバペアという。

【0 0 0 3】

1ファイバペアの構成を図6 (a) に示す。光ファイバ1 1 2に光アンプ1 1

4 が組み合わさって光ファイバ線路 1 1 0 が形成される。光ファイバ線路 1 1 0 は右方向に光を通す。光ファイバ 1 2 2 に光アンプ 1 2 4 が組み合わさって光ファイバ線路 1 2 0 が形成される。光ファイバ線路 1 2 0 は左方向に光を通す。光ファイバ線路 1 1 0 と光ファイバ線路 1 2 0 とが 1 ファイバペア 1 0 0 a を形成する。なお、1 ファイバペアを 2 組用意したものを 2 ファイバペアといい、図 6 (b) に示す。1 ファイバペア 1 0 0 a、1 0 0 b が 2 ファイバペア 1 0 0 を形成する。

#### 【0 0 0 4】

2 ファイバペアの波長分散特性を測定するときの測定系の構成を図 7 に示す。2 ファイバペア 1 0 0 の有する 1 ファイバペア 1 0 0 a の一端に波長可変光源 2 0 2、他端に O/E (光電) 変換器 3 0 2 を接続する。2 ファイバペア 1 0 0 の有する 1 ファイバペア 1 0 0 b の一端に波長固定光源 2 0 4、他端に O/E (光電) 変換器 3 0 4 を接続する。なお、波長可変光源 2 0 2、2 0 4 と 1 ファイバペア 1 0 0 a、1 0 0 b との間に光変調器を設けてもよい。

#### 【0 0 0 5】

波長分散特性の測定にあたっては、波長可変光源 2 0 2 の波長  $\lambda_x$  を掃引 (一定速度で変化) し、その一方で波長固定光源 2 0 4 の波長  $\lambda_0$  を固定する。このときの O/E 変換器 3 0 2 の出力信号と O/E 変換器 3 0 4 の出力信号との位相の差を位相比較器 3 0 6 で測定して、2 ファイバペアの波長分散特性を測定する。

#### 【0 0 0 6】

ここで、幹線系の大容量伝送線路においては、2 ファイバペアを確保できる可能性もある。しかし、大部分の敷設済み線路においては、1 ファイバペアしか確保できない場合が多い。そこで、1 ファイバペアの波長分散特性をも測定する必要がある。

#### 【0 0 0 7】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような波長分散特性の測定法は、1 ファイバペアには適用できない。なぜなら、同じ向きに光を通す、固定波長光の通る線路と可変波長光の通る線路との二本の線路を 1 ファイバペアでは用意できなからである。



## 【 0 0 0 8 】

さらに、上記のような波長分散特性の測定法を、2ファイバペア100に適用しても、測定結果の誤差が生ずる場合がある。すなわち、伝送線路の温度変化や応力変化などの物理量変化によって、1ファイバペア100aと1ファイバペア100bとを透過する光の位相差が波長に依存しない成分で変化する場合がある。このような場合には、測定結果の誤差が生ずる。よって、2ファイバペアを使用することなく、1ファイバペアのみで波長分散特性を測定できることが望ましい。

## 【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は、1ファイバペアのみで波長分散特性等を測定できる装置等を提供することを課題とする。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調手段と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、固定波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調手段と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 1 1 】

上記のように構成された光特性測定装置によれば、第二光線路において波長分散が小さくなるように、固定波長光の波長を設定しておけば、第二出射光を光電変換したものは、第二入射光と比べて位相のずれ等が小さい。そこで、第二出射光を光電変換したものと、基準電気信号とは周波数および位相とが同一とみなせる。よって、第一入射光は、基準電気信号で可変波長光を変調したものとみなせ

る。そこで、第一出射光を光電変換したものと、基準電気信号とを得れば、それらの位相を比較して第一光線路に関する位相差が得られる。そして、位相差から波長分散特性等が計算できる。

#### 【 0 0 1 2 】

請求項 2 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調手段と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調手段と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、を備えるように構成される。

#### 【 0 0 1 3 】

上記のように構成された光特性測定装置によれば、第二出射光を光電変換したものは、第二光線路に関する位相差を含んだ電気信号となる。そこで、第一光線路において波長分散が小さくなるように、固定波長光の波長を設定してやれば、第二光線路に関する位相差を含み、かつ第一光線路に関する誤差のない第一出射光が得られる。そこで、第一出射光を光電変換したものと、基準電気信号とを得れば、位相を比較して第二光線路に関する位相差が得られる。そして、位相差から波長分散特性等が計算できる。

#### 【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光源と、第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調手段と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二

可変波長光源と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、第二可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調手段と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 1 5 】

上記のように構成された光特性測定装置によれば、第一可変波長光源と第二可変波長光源とを用いることで、第一光線路と第二光線路との波長分散特性等が計算できる。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 または 3 に記載の発明であって、第二光変調手段が第二光線路に第二入射光を入射した時の反射光を光電変換する第三光電変換手段を備えるように構成される。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の発明であって、第一光電変換手段の出力する計測用電気信号と基準電気信号との位相差を計測する位相差を計測する位相比較手段と、位相差を使用して、被計測物の群遅延特性または分散特性を計算する特性計算手段と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 に記載の発明であって、第三光電変換手段の出力する反射計測用電気信号と基準電気信号との位相差を計測する位相差を計測する位相比較手段と、位相差を使用して、被計測物の群遅延特性または分散特性を計算する特性計算手段と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 7 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置に用いられる光生成装置であって、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調手段と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、を備えるよう

に構成される。

【 0 0 2 0 】

請求項 8 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、固定波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調手段と、を備えるように構成される。

【 0 0 2 1 】

請求項 9 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置に用いられる光生成装置であって、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源と、固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調手段と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、を備えるように構成される。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 0 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調手段と、を備えるように構成される。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 1 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置に用いられる光生成装置であって、波長を変化させられる第一可変波長光を生

成する第一可変波長光源と、第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調手段と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調手段に出力する第二光電変換手段と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 2 4 】

請求項 1 2 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する装置であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換手段と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光源と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号源と、第二可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調手段と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 2 5 】

請求項 1 3 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調工程と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、固定波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調工程と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 2 6 】

請求項 1 4 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調工程と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一

光電変換工程と、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調工程と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 2 7 】

請求項 1 5 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成工程と、第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調工程と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長生成工程と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、第二可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調工程と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 2 8 】

請求項 1 6 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法に用いられる光生成方法であって、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調工程と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 2 9 】

請求項 1 7 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程

と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、固定波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 3 0 】

請求項 1 8 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法に用いられる光生成方法であって、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成工程と、固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調工程と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 3 1 】

請求項 1 9 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成工程と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 3 2 】

請求項 2 0 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法に用いられる光生成方法であって、波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成工程と、第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調工程と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調工程に出力する第二光電変換工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 3 3 】

請求項 2 1 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する方法であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換工程と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光生成工程と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生工程と、第二可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調工程と、を備えるように構成される。

## 【 0 0 3 4 】

請求項 2 2 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調処理と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、固定波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調処理と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、を備えた記録媒体である。

## 【 0 0 3 5 】

請求項 2 3 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調処理と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路



に入射する第二光変調処理と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、を備えた記録媒体である。

【 0 0 3 6 】

請求項 2 4 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成処理と、第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調処理と、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、第二可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調処理と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、を備えた記録媒体である。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 5 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理に用いられる光生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調処理と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、を備えた記録媒体である。

【 0 0 3 8 】

請求項 2 6 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変

換する第一光電変換処理と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、固定波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調処理と、を備えた記録媒体である。

## 【 0 0 3 9 】

請求項 2 7 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理に用いられる光生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光生成処理と、固定波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光変調処理と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、を備えた記録媒体である。

## 【 0 0 4 0 】

請求項 2 8 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調処理と、を備えた記録媒体である。

## 【 0 0 4 1 】

請求項 2 9 に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理に用いられる光生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、波長を変化させられる第一可変波長光を生成する第一可変波長光生成処理と、第一可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光線路に入射する第一光

変調処理と、第二光線路を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調処理に出力する第二光電変換処理と、を備えた記録媒体である。

【0042】

請求項30に記載の発明は、光をある一方向にのみ通す第一光線路と、光を一方向の反対方向にのみ通す第二光線路と、を有する被計測物の特性を測定する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、第一光線路を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換処理と、波長を変化させられる第二可変波長光を生成する第二可変波長光生成処理と、所定の周波数の基準電気信号を発生する信号発生処理と、第二可変波長光を基準電気信号の周波数で変調した第二入射光を第二光線路に入射する第二光変調処理と、を備えた記録媒体である。

【0043】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0044】

第一の実施形態

図1は、本発明の第一の実施形態にかかる光特性測定装置の構成を示すブロック図である。第一の実施形態にかかる光特性測定装置は、1ファイバペア30の一端に接続される光源システム10と、1ファイバペア30の他端に接続される特性測定システム20と、を有する。

【0045】

1ファイバペア30は、第一光ファイバ線路32と、第二光ファイバ線路34と、を有する。光ファイバ線路32は、光ファイバ32aと、光ファイバ32aの途中に接続され、光を増幅する光アンプ32bと、を有する。光ファイバ線路32は、右方向に光を通す。光ファイバ線路34は、光ファイバ34aと、光ファイバ34aの途中に接続され、光を増幅する光アンプ34bと、を有する。光ファイバ線路34は、左方向に光を通す。

【0046】

第一の実施形態においては、第一光ファイバ線路32の測定を想定しており、

第一光ファイバ線路 3 2 の入射側（左側）に光源システム 1 0 を、出射側（右側）に特性測定システム 2 0 を接続している。

【 0 0 4 7 】

光源システム 1 0 は、可変波長光源 1 2、第一光変調器 1 5、第二光電変換器 1 6、増幅器（アンプ） 1 8 を備える。可変波長光源 1 2 は、波長を変化させられる可変波長光を生成する。可変波長光源 1 2 によって、可変波長光の波長  $\lambda_x$  を掃引することができる。第一光変調器 1 5 は、可変波長光を第二光電変換器 1 6 が出力する電気信号の周波数で変調する。第一光変調器 1 5 は、リチウム・ナイオベート（LN）を有することが一般的であるが、変調ができれば LN を有していなくてもよい。第一光変調器 1 5 の出力した光（第一入射光）は、第一光ファイバ線路 3 2 に入射される。第二光電変換器 1 6 は、第二光ファイバ線路 3 4 から出射された第二出射光を光電変換する。増幅器（アンプ） 1 8 は、第二光電変換器 1 6 の出力した電気信号を増幅して、第一光変調器 1 5 に入力する。

【 0 0 4 8 】

第一光ファイバ線路 3 2 に入射された第一入射光は、第一光ファイバ線路 3 2 を透過する。第一光ファイバ線路 3 2 を透過した光を第一出射光という。

【 0 0 4 9 】

特性測定システム 2 0 は、固定波長光源 2 1、第一光電変換器 2 2、第二光変調器 2 3、増幅器（アンプ） 2 4、電源（信号源） 2 5、位相比較器 2 6、特性計算部 2 8 を備える。

【 0 0 5 0 】

固定波長光源 2 1 は、波長が固定された固定波長光を生成する。固定波長光の波長は、第二光ファイバ線路 3 4 において波長分散が最小になる波長  $\lambda_0$  に固定しておくことが望ましい。

【 0 0 5 1 】

第一光電変換器 2 2 は、第一出射光を光電変換する。電源（信号源） 2 5 は、周波数  $f_m$  の電気信号（基準電気信号）を発生する。第二光変調器 2 3 は、固定波長光を電源（信号源） 2 5 が出力する電気信号の周波数  $f_m$  で変調する。第二光変調器 2 3 は、リチウム・ナイオベート（LN）を有する。第二光変調器 2 3

の出力した光（第二入射光）は、第二光ファイバ線路 3 4 に入射される。なお、第二入射光は、第二光ファイバ線路 3 4 を透過する。第二光ファイバ線路 3 4 を透過した光を第二出射光という。増幅器（アンプ）2 4 は、第一光電変換器 2 2 の出力を増幅する。

## 【 0 0 5 2 】

位相比較器 2 6 は、電源（信号源）2 5 の発生する電気信号を端子 Ref\_In に、増幅器（アンプ）2 4 の出力する電気信号を端子 Prob\_In に受ける。位相比較器 2 6 は、端子 Ref\_In にて受け取った電気信号を基準として、端子 Prob\_In にて受け取った電気信号の位相を計測する。

## 【 0 0 5 3 】

特性計算部 2 8 は、位相比較器 2 6 が計測した位相を記録しておき、記録された位相に基づき、第一光ファイバ線路 3 2 の群遅延特性や波長分散特性を計算する。群遅延特性は、位相比較器 2 6 が計測した位相と、変調周波数  $f_m$  との関係から計算できる。波長分散特性は、群遅延特性を波長で微分してもとめることができる。

## 【 0 0 5 4 】

次に、本発明の第一の実施形態の動作を図 2 のフローチャートを用いて説明する。左側には特性測定システム 2 0 の動作を、右側には光源システム 1 0 の動作を示す。まず、左側を参照して、固定波長光源 2 1 から固定波長光（ $\lambda = \lambda_0$ ）を発生する（S 2 0）。次に、固定波長光を、電源（信号源）の発生する基準電気信号の周波数  $f_m$  で変調する（S 2 2）。そして、固定波長光の発生（S 2 0）に戻る。

## 【 0 0 5 5 】

周波数  $f_m$  で変調された固定波長光は第二入射光である。第二入射光は、第二光ファイバ線路 3 4 を透過して第二出射光として、光源システム 1 0 に入射される。

## 【 0 0 5 6 】

ここで、図 2 の右側を参照する。可変波長光の波長  $\lambda_x$  を変更する（S 1 0）。次に、可変波長光源 1 2 から可変波長光（ $\lambda = \lambda_x$ ）を発生する（S 1 2）。

第二出射光は、第二光電変換器 1 6 により光電変換される (S 1 4)。

【 0 0 5 7 】

ここで、固定波長光の波長  $\lambda_0$  は、第二光ファイバ線路 3 4 において波長分散が最小になるように設定されている。よって、第二出射光を光電変換したものは、第二入射光と比べて位相のずれ等が小さい。そこで、第二出射光を光電変換したものと、基準電気信号とは周波数および位相とが同一とみなせる。

【 0 0 5 8 】

そして、第二光電変換器 1 6 の出力は増幅器 1 8 により増幅される (S 1 6)。次に、可変波長光は、第一光変調器 1 5 により、第二光電変換器 1 6 の出力した電気信号の周波数で変調される (S 1 8)。第二光電変換器 1 6 の出力した電気信号の周波数は、基準電気信号の周波数  $f_m$  に等しいとみなせる。なお、第一光変調器 1 5 が変調した光 (第一入射光) は、第一光ファイバ線路 3 2 に入射する。

【 0 0 5 9 】

そして、可変波長光の波長  $\lambda_x$  の変更 (掃引) (S 1 0) に戻る。なお、任意の時点に電源を断つ (S 1 9) ことにより、終了する。

【 0 0 6 0 】

次に、図 2 の左側を参照する。第一入射光は第一光ファイバ線路 3 2 を透過して第一出射光となる。第一出射光は、第一光電変換器 2 2 により光電変換される (S 2 4)。第一光電変換器 2 2 の出力する電気信号は、増幅器 (アンプ) 2 4 により増幅される (S 2 6)。次に、位相比較器 2 6 は、電源 (信号源) 2 5 の発生する基準電気信号を端子 Ref\_In に、増幅器 (アンプ) 2 4 の出力する計測用電気信号を端子 Prob\_In に受ける。位相比較器 2 6 は、端子 Ref\_In にて受け取った基準電気信号を基準として、端子 Prob\_In にて受け取った計測用電気信号の位相を計測する (S 2 8)。そして、計測された位相を特性計算部 2 8 に記録する。

【 0 0 6 1 】

端子 Prob\_In にて受け取った計測用電気信号の位相は、第一光ファイバ線路 3 2 による波長分散の影響を受けている。しかし、端子 Ref\_In にて受け取った基準

電気信号の位相は、第一光ファイバ線路 3 2 による波長分散の影響を受けていない。よって、端子Ref\_Inにて受け取った基準電気信号を基準として、端子Prob\_Inにて受け取った計測用電気信号の位相を計測することで、第一光ファイバ線路 3 2 の特性の計算が可能となる。

## 【 0 0 6 2 】

光源システム 1 0 が動作を終了すると、特性計算部 2 8 は、第一光ファイバ線路 3 2 の群遅延特性や波長分散特性を計算する (S 2 9)。群遅延特性は、位相比較器 2 6 が計測した位相と、変調周波数  $f_m$  との関係から計算できる。波長分散特性は、群遅延特性を波長で微分したものである。

## 【 0 0 6 3 】

第一の実施形態によれば、1 ファイバペアしか確保できなくても、第一光ファイバ線路 3 2 の波長分散等の計測が可能である。

## 【 0 0 6 4 】

## 第二の実施形態

第二の実施形態にかかる光特性測定装置は、第一の実施形態と比較して、特性測定システム 2 0 が波長可変光源を有する点、特性測定システム 2 0 が、第二入射光の反射光を光電変換および増幅して、基準電気信号と位相を比較する点が異なる。

## 【 0 0 6 5 】

図 3 は、第二の実施形態にかかる光特性測定装置の構成の概略を示すブロック図である。以下、第一の実施形態と同様な部分は、同一の符号を付して説明を省略する。

## 【 0 0 6 6 】

光源システム 1 0 は、固定波長光源 1 1、第一光変調器 1 5、第二光電変換器 1 6、増幅器 (アンプ) 1 8 を備える。固定波長光源 1 1 は、波長が固定された固定波長光を生成する。固定波長光の波長は、第一光ファイバ線路 3 2 において波長分散が最小になる波長  $\lambda_0$  に固定しておくことが望ましい。

## 【 0 0 6 7 】

特性測定システム 2 0 は、可変波長光源 2 9、第一光電変換器 2 2 a、第三光

電変換器 2 2 b、第二光変調器 2 3、増幅器（アンプ） 2 4 a、b、電源（信号源） 2 5、位相比較器 2 6、特性計算部 2 8 を備える。

#### 【 0 0 6 8 】

可変波長光源 2 9 は、波長を変化させられる可変波長光を生成する。可変波長光源 2 1 によって、可変波長光の波長  $\lambda_y$  を掃引することができる。第三光電変換器 2 2 b は、第二入射光の反射光を光電変換する。増幅器（アンプ） 2 4 b は、第三光電変換器 2 2 b の出力する電気信号を増幅する。

#### 【 0 0 6 9 】

位相比較器 2 6 は、電源（信号源） 2 5 の発生する電気信号を端子 Ref\_In に、増幅器（アンプ） 2 4 a の出力する計測用電気信号を端子 Prob\_In1 に、増幅器（アンプ） 2 4 b の出力する反射計測用電気信号を端子 Prob\_In2 に、受ける。位相比較器 2 6 は、端子 Ref\_In にて受け取った電気信号を基準として、端子 Prob\_In1 および端子 Prob\_In2 にて受け取った電気信号の位相を計測する。

#### 【 0 0 7 0 】

第二の実施形態の動作を図 4 のフローチャートを参照して説明する。左側には特性測定システム 2 0 の動作を、右側には光源システム 1 0 の動作を、示す。まず、左側を参照して、可変波長光の波長  $\lambda_y$  を変更する（S 2 0）。次に、可変波長光源 1 2 から可変波長光（ $\lambda = \lambda_y$ ）を発生する（S 2 1）。次に、可変波長光を、電源（信号源）の発生する基準電気信号の周波数  $f_m$  で変調する（S 2 2）。そして、可変波長光の発生（S 2 0）に戻る。

#### 【 0 0 7 1 】

周波数  $f_m$  で変調された固定波長光は第二入射光である。第二入射光は、第二光ファイバ線路 3 4 を透過して第二出射光として、光源システム 1 0 に入射される。

#### 【 0 0 7 2 】

ここで、図 4 の右側を参照する。まず、固定波長光源 2 1 から固定波長光（ $\lambda = \lambda_0$ ）を発生する（S 1 0）。第二出射光は、第二光電変換器 1 6 により光電変換される（S 1 4）。

#### 【 0 0 7 3 】



ここで、第二出射光を光電変換したものは、第二光ファイバ線路 3 4 の波長分散の影響を受けている。

## 【 0 0 7 4 】

そして、第二光電変換器 1 6 の出力は増幅される (S 1 6)。次に、可変波長光は、第一光変調器 1 5 により、第二光電変換器 1 6 の出力した電気信号の周波数で変調される (S 1 8)。なお、第一光変調器 1 5 が変調した光 (第一入射光) は、第一光ファイバ線路 3 2 に入射する。

## 【 0 0 7 5 】

ここで、固定波長光の波長  $\lambda_0$  は、第一光ファイバ線路 3 2 において波長分散が最小になるように設定されている。よって、第一出射光を光電変換したものは、第一光ファイバ線路 3 2 の波長分散の影響を受けずに、第二光ファイバ線路 3 4 の波長分散の影響のみを受けていることになる。

## 【 0 0 7 6 】

そして、固定波長光の発生 (S 1 0) に戻る。なお、任意の時点に電源を断つ (S 1 9) ことにより、終了する。

## 【 0 0 7 7 】

次に、図 4 の左側を参照する。第一入射光は第一光ファイバ線路 3 2 を透過して第一出射光となる。第一出射光は、第一光電変換器 2 2 a により光電変換される (S 2 4)。また、第三光電変換器 2 2 b は、第二入射光の反射光を光電変換する (S 2 4)。次に、第一光電変換器 2 2 a、第三光電変換器 2 2 b の出力する電気信号は、それぞれ増幅器 (アンプ) 2 4 a、b により増幅される (S 2 6)。次に、位相比較器 2 6 は、電源 (信号源) 2 5 の発生する基準電気信号を端子 Ref\_In に、増幅器 (アンプ) 2 4 a の出力する計測用電気信号を端子 Prob\_In 1 に、増幅器 (アンプ) 2 4 b の出力する反射計測用電気信号を端子 Prob\_In 2 に、受ける。位相比較器 2 6 は、端子 Ref\_In にて受け取った基準電気信号を基準として、端子 Prob\_In 1 および端子 Prob\_In 2 にて受け取った電気信号の位相を計測する (S 2 8)。そして、計測された位相を特性計算部 2 8 に記録する。

## 【 0 0 7 8 】

端子 Prob\_In 1 および端子 Pr b\_In 2 にて受け取った電気信号の位相は、第二光

ファイバ線路 3 4 による波長分散の影響を受けている。しかし、端子 Ref\_In にて受け取った基準電気信号の位相は、第二光ファイバ線路 3 4 による波長分散の影響を受けていない。よって、端子 Ref\_In にて受け取った基準電気信号を基準として、端子 Prob\_In 1 および端子 Prob\_In 2 にて受け取った電気信号の位相を計測することで、第二光ファイバ線路 3 4 の特性の計算が可能となる。

## 【 0 0 7 9 】

光源システム 1 0 が動作を終了すると、特性計算部 2 8 は、第一光ファイバ線路 3 2 の群遅延特性や波長分散特性を計算する ( S 2 9 ) 。群遅延特性は、位相比較器 2 6 が計測した位相と、変調周波数  $f_m$  との関係から計算できる。波長分散特性は、群遅延特性を波長で微分したものである。

## 【 0 0 8 0 】

第二の実施形態によれば、1 ファイバペアしか確保できなくても、第二光ファイバ線路 3 4 の波長分散等の計測が可能である。

## 【 0 0 8 1 】

## 第三の実施形態

第三の実施形態にかかる光特性測定装置は、光源システム 1 0 が可変波長光源を有する点で第二の実施形態と異なる。

## 【 0 0 8 2 】

第三の実施形態の構成を図 3 を参照して説明する。光源システム 1 0 は、可変波長光源 1 2、第一光変調器 1 5、第二光電変換器 1 6、増幅器 ( アンプ ) 1 8 を備える。第一可変波長光源 1 2 は、波長を変化させられる第一可変波長光を生成する。第一可変波長光源 1 2 によって、第一可変波長光の波長  $\lambda_x$  を掃引することができる。他の部分の構成は第二の実施形態と同様である。また、特性測定システム 2 0 の構成も第二の実施形態と同様である。ただし、第二の実施形態における可変波長光源 2 1 は、第三の実施形態においては第二可変波長光源 2 1 である。

## 【 0 0 8 3 】

次に、本発明の第三の実施形態を図 5 のフローチャートを用いて説明する。左側には特性測定システム 2 0 の動作を、右側には光源システム 1 0 の動作を、示

す。まず、左側を参照して、第二可変波長光の波長 $\lambda_y$ を変更する（S 2 0）。次に、可変波長光源 1 2 から第二可変波長光（ $\lambda = \lambda_y$ ）を発生する（S 2 1）。次に、第二可変波長光を、電源（信号源）の発生する基準電気信号の周波数 $f_m$ で変調する（S 2 2）。そして、第二可変波長光の発生（S 2 0）に戻る。

## 【 0 0 8 4 】

周波数 $f_m$ で変調された固定波長光は第二入射光である。第二入射光は、第二光ファイバ線路 3 4 を透過して第二出射光として、光源システム 1 0 に入射される。

## 【 0 0 8 5 】

ここで、図 5 の右側を参照する。第一可変波長光の波長 $\lambda_x$ を変更する（S 1 0）。なお、 $\lambda_x$ の変更（掃引）は、 $\lambda_y$ の変更（掃引）に同期して行う。次に、第一可変波長光源 1 2 から第一可変波長光（ $\lambda = \lambda_x$ ）を発生する（S 1 2）。第二出射光は、第二光電変換器 1 6 により光電変換される（S 1 4）。

## 【 0 0 8 6 】

そして、第二光電変換器 1 6 の出力は増幅される（S 1 6）。次に、第一可変波長光は、第一光変調器 1 5 により、第二光電変換器 1 6 の出力した電気信号の周波数で変調される（S 1 8）。なお、第一光変調器 1 5 が変調した光（第一入射光）は、第一光ファイバ線路 3 2 に入射する。

## 【 0 0 8 7 】

そして、第一可変波長光の発生（S 1 0）に戻る。なお、任意の時点に電源を断つ（S 1 9）ことにより、終了する。

## 【 0 0 8 8 】

次に、図 5 の左側を参照する。第一入射光は第一光ファイバ線路 3 2 を透過して第一出射光となる。第一出射光は、第一光電変換器 2 2 a により光電変換される（S 2 4）。また、第三光電変換器 2 2 b は、第二入射光の反射光を光電変換する（S 2 4）。次に、第一光電変換器 2 2 a、第三光電変換器 2 2 b の出力する電気信号は、それぞれ増幅器（アンプ）2 4 a、b により増幅される（S 2 6）。次に、位相比較器 2 6 は、電源（信号源）2 5 の発生する基準電気信号を端子 Ref\_In に、増幅器（アンプ）2 4 a の出力する計測用電気信号を端子 Prob\_In

1 に、増幅器（アンプ）2 4 b の出力する反射計測用電気信号を端子 Prob\_In 2 に、受ける。位相比較器 2 6 は、端子 Ref\_In にて受け取った基準電気信号を基準として、端子 Prob\_In 1 および端子 Prob\_In 2 にて受け取った電気信号の位相を計測する（S 2 8）。そして、計測された位相を特性計算部 2 8 に記録する。

【0 0 8 9】

光源システム 1 0 が動作を終了すると、特性計算部 2 8 は、第一光ファイバ線路 3 2 の群遅延特性や波長分散特性を計算する（S 2 9）。群遅延特性は、位相比較器 2 6 が計測した位相と、変調周波数  $f_m$  との関係から計算できる。波長分散特性は、群遅延特性を波長で微分したものである。

【0 0 9 0】

第三の実施形態によれば、1 ファイバペアしか確保できなくても、第一光ファイバ線路 3 2 および第二光ファイバ線路 3 4 の波長分散等の計測が可能である。

【0 0 9 1】

また、上記の実施形態は、以下のようにして実現できる。CPU、ハードディスク、メディア（フロッピーディスク、CD-ROM など）読み取り装置を備えたコンピュータのメディア読み取り装置に、上記の各部分を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストールする。このような方法でも、上記の機能を実現できる。

【0 0 9 2】

【発明の効果】

本発明によれば、被測定物が 1 ファイバペアであったとしても群遅延特性等が測定可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第一の実施形態にかかる光特性測定装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の第一の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図 3】

本発明の第二および第三の実施形態にかかる光特性測定装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の第二の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図 5】

本発明の第三の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図 6】

従来技術の 1 ファイバペアの構成を示す図である。

【図 7】

従来技術の 2 ファイバペアの波長分散特性を測定するときの測定系の構成を示す図である。

【符号の説明】

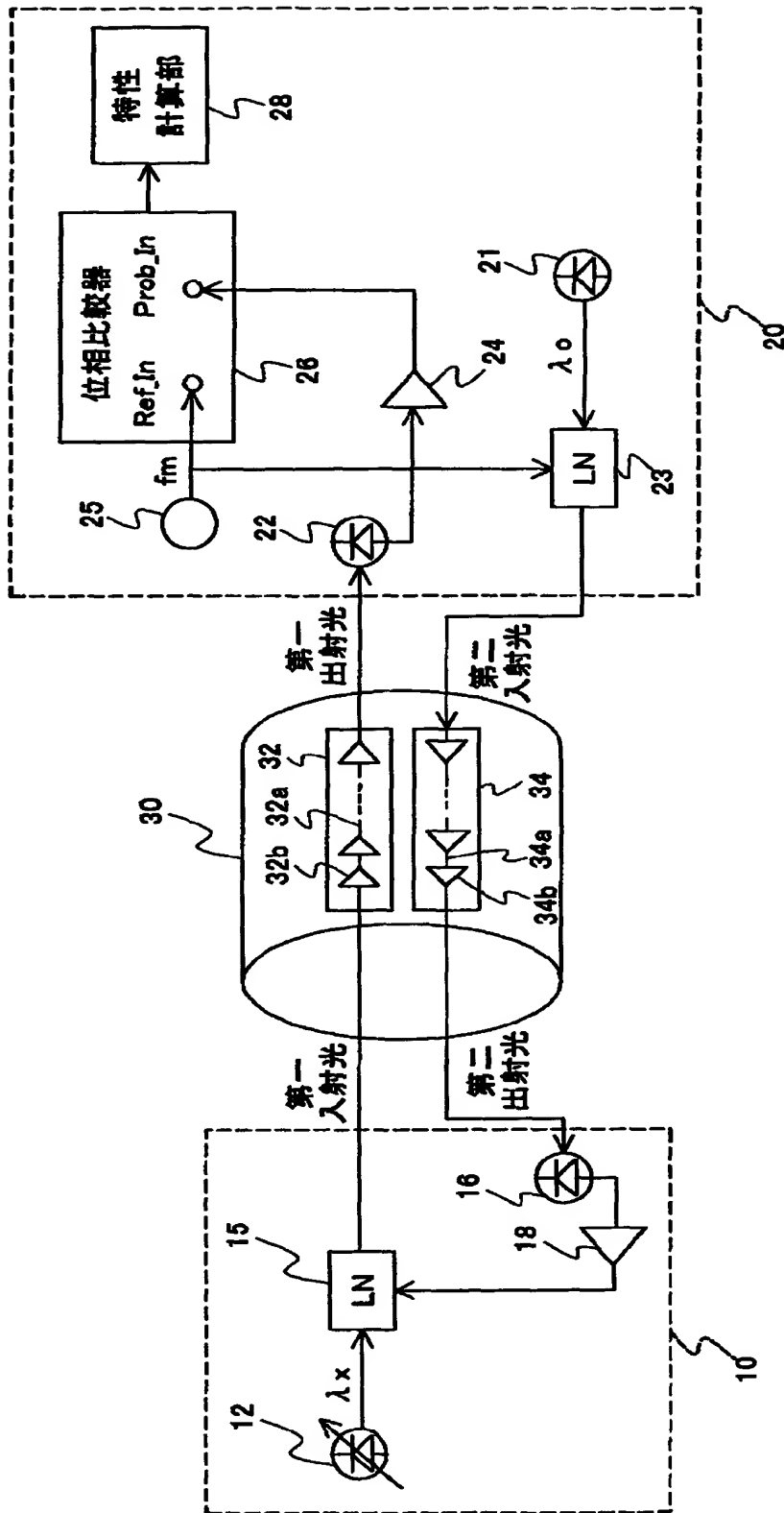
- 1 0 光源システム
- 1 2 可変波長光源
- 1 5 第一光変調器
- 1 6 第二光電変換器
- 1 8 増幅器（アンプ）
- 2 0 特性測定システム
- 2 1 固定波長光源
- 2 2 a 第一光電変換器
- 2 2 b 第三光電変換器
- 2 3 第二光変調器
- 2 4、2 4 a、b 増幅器（アンプ）
- 2 5 電源（信号源）
- 2 6 位相比較器
- 2 8 特性計算部
- 2 9 可変波長光源
- 3 0 1 ファイバペア
- 3 2 第一光ファイバ線路

3 4 第二光ファイバ線路

特 2 0 0 0 - 1 7 9 7 1 6

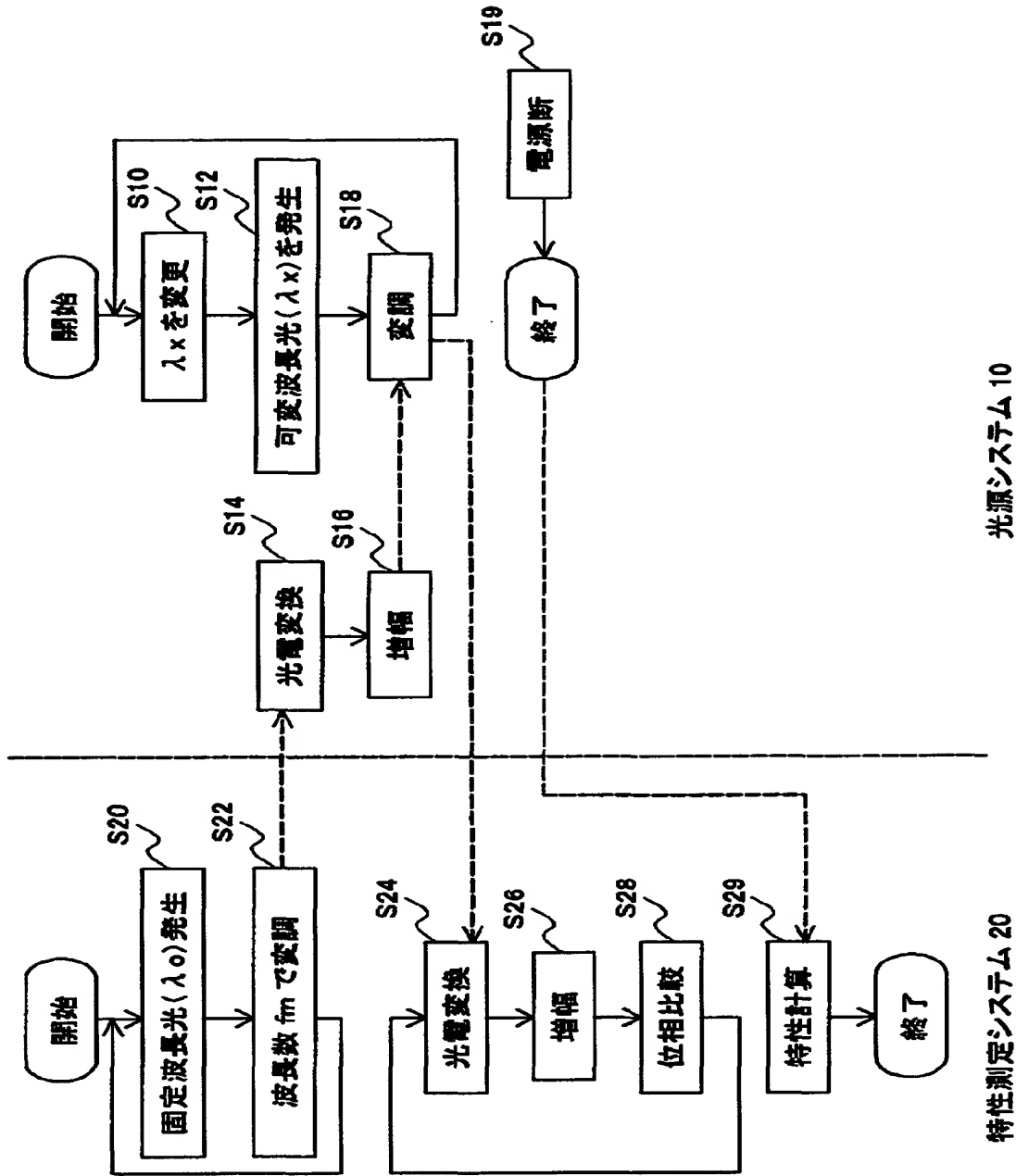
【書類名】 図面

【図 1】

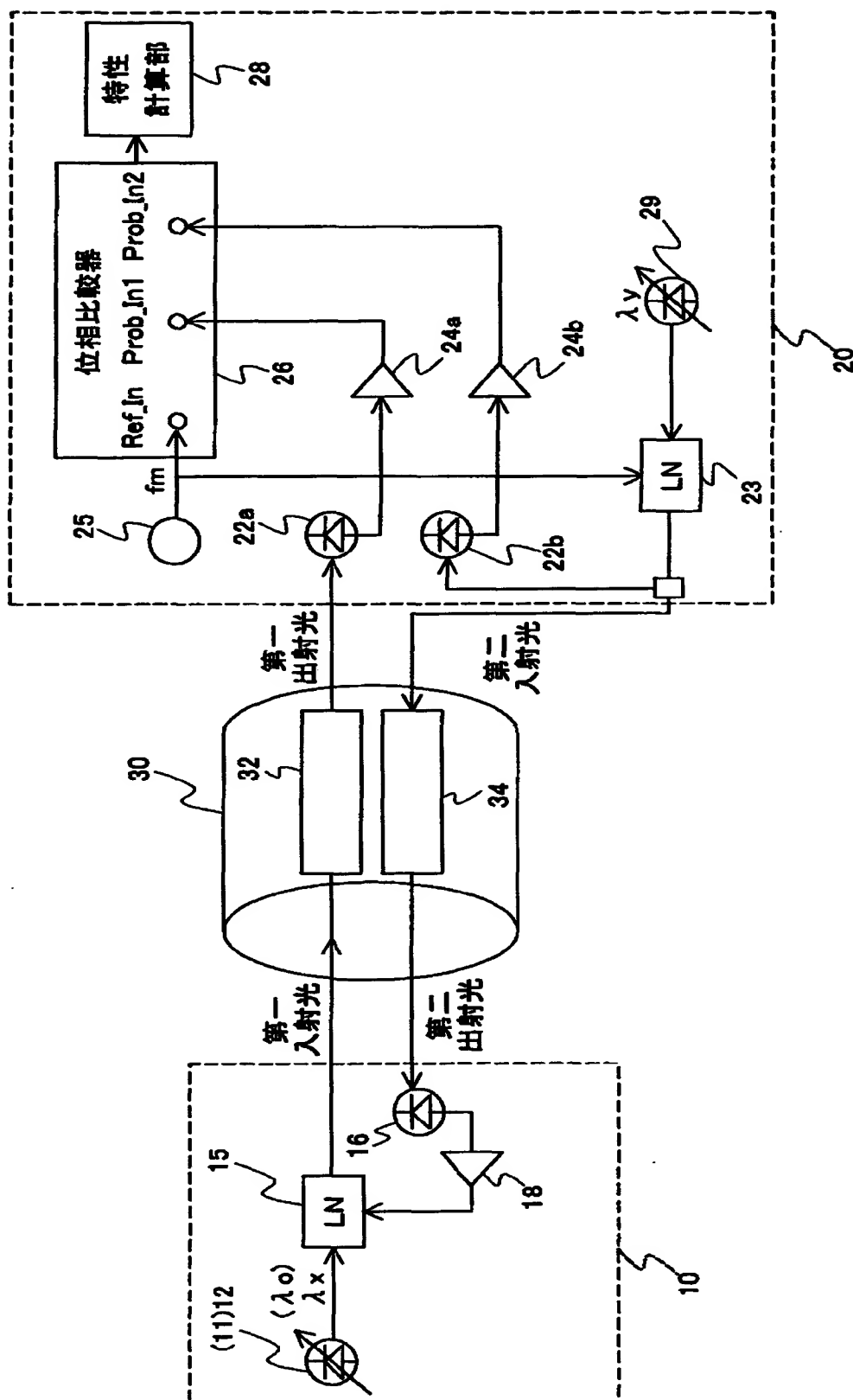




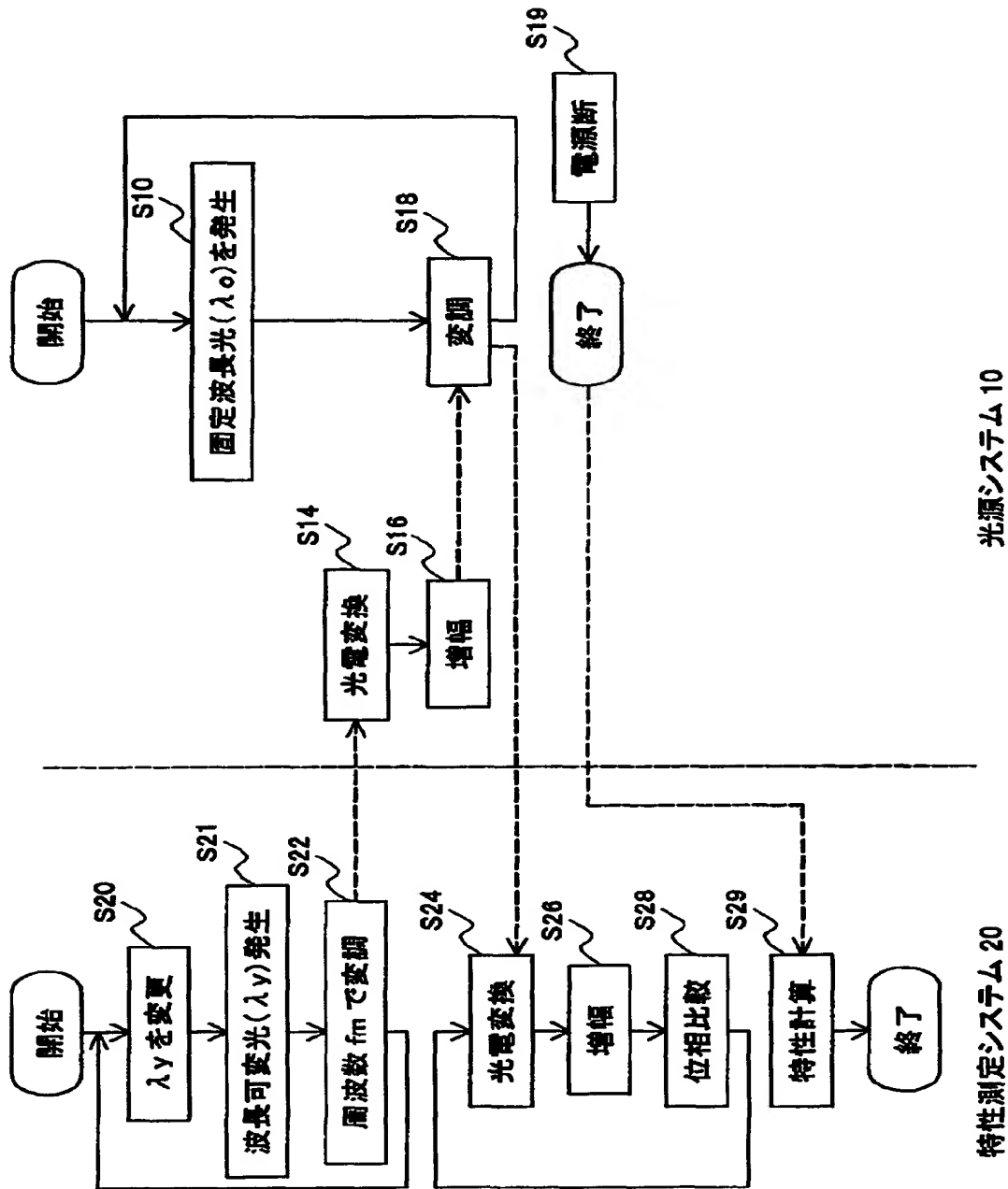
【図2】



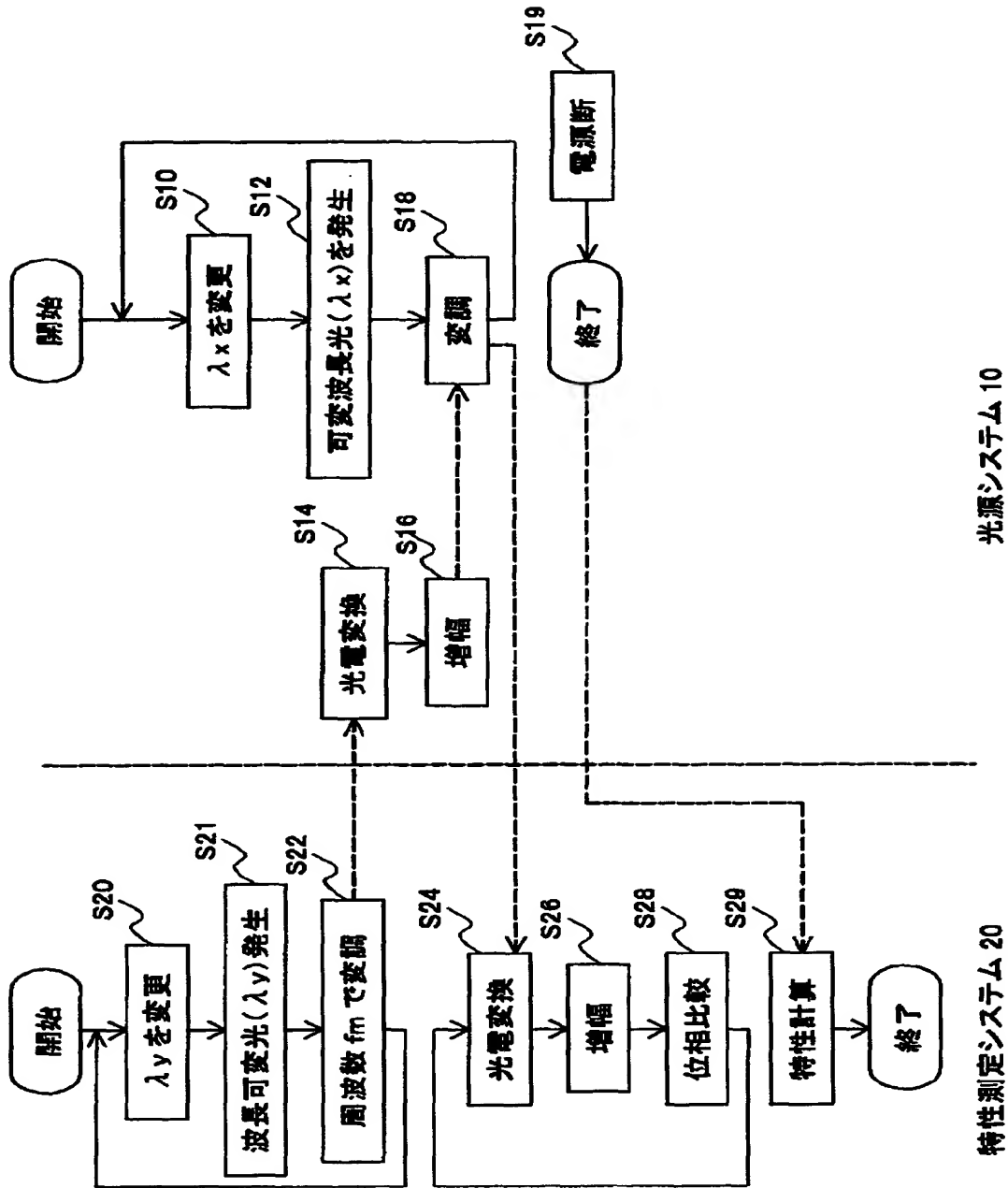
【図3】



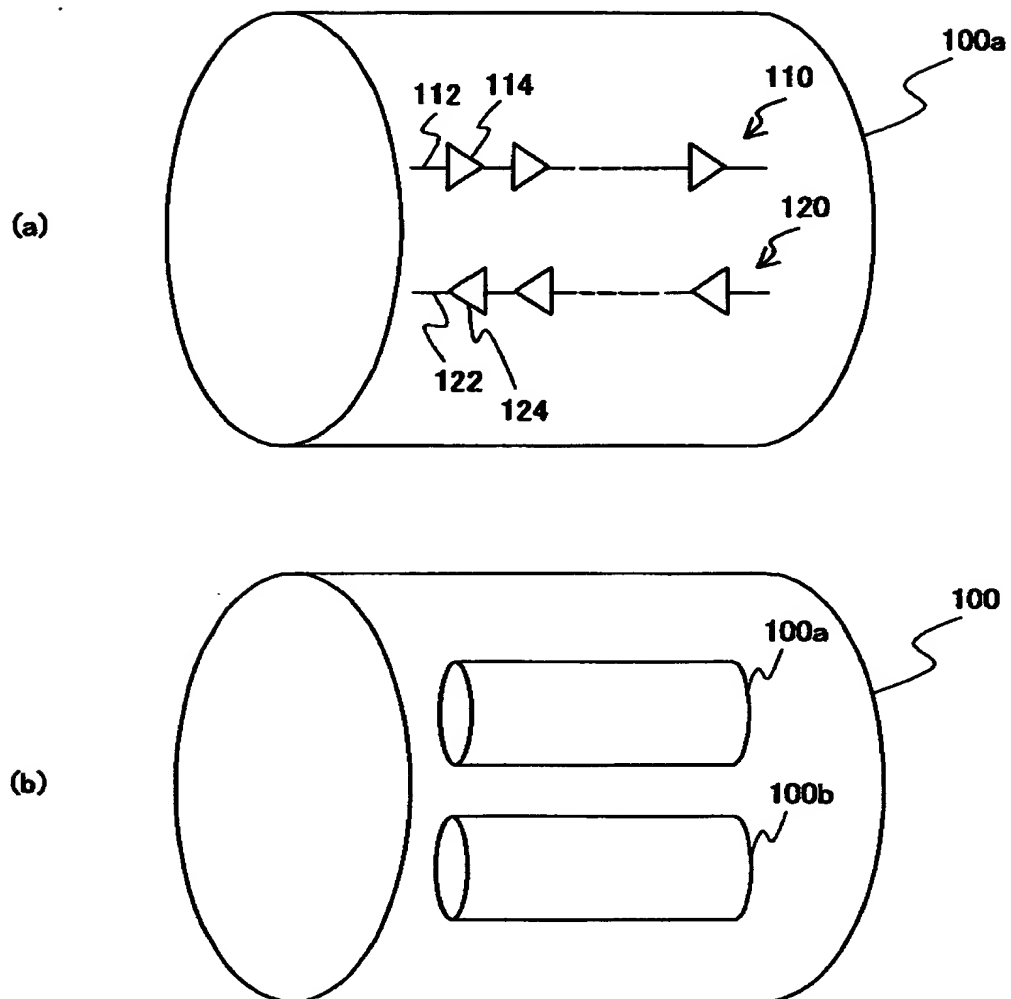
【図4】



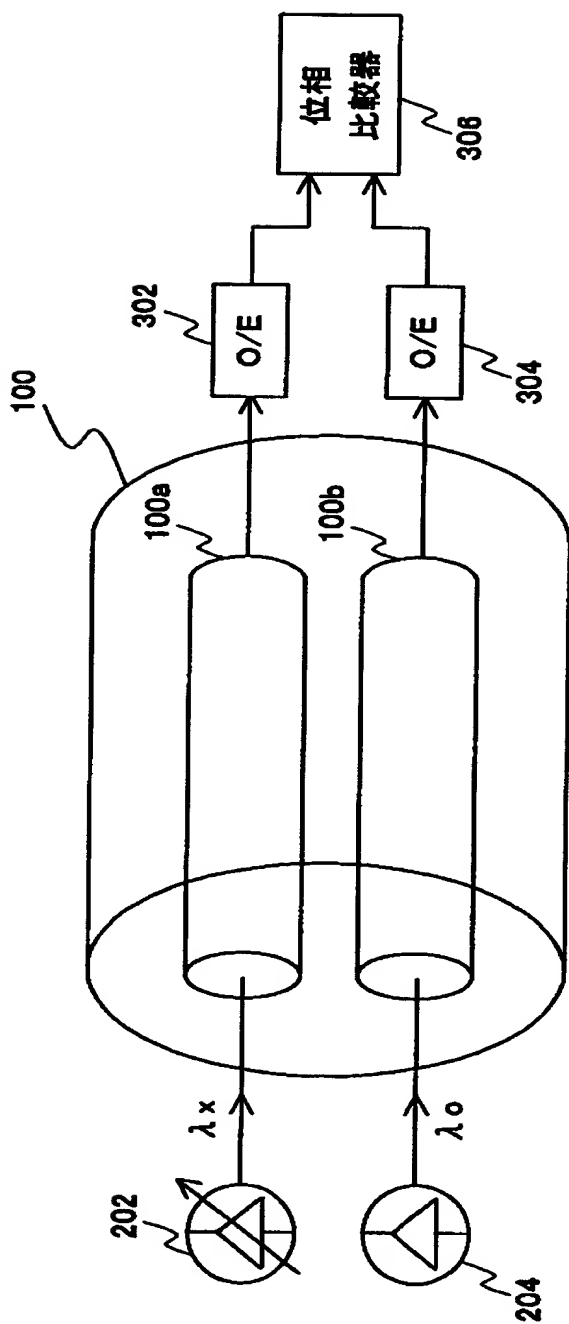
【図5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1 ファイバペアのみで波長分散特性等を測定できる装置を提供する。

【解決手段】 波長を変化させられる可変波長光を生成する可変波長光源 1 2 と、可変波長光を入力された電気信号の周波数で変調した第一入射光を第一光ファイバ線路 3 2 に入射する第一光変調器 1 5 と、第一光ファイバ線路 3 2 を透過した第一出射光を光電変換する第一光電変換器 2 2 と、波長が固定された固定波長光を生成する固定波長光源 2 1 と、所定の周波数の基準電気信号を発生する電源（信号源） 2 5 と、固定波長光を基準電気信号の周波数  $f_m$  で変調した第二入射光を第二光ファイバ線路 3 4 に入射する第二光変調器 2 3 と、を第二光ファイバ線路 3 4 を透過した第二出射光を光電変換して、第一光変調器 1 5 に出力する第二光電変換器 1 6 と、を備える。そこで、第一出射光を光電変換したものと、基準電気信号とを得れば、それらの位相を比較して、波長分散特性等が計算できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390005175]

1. 変更年月日 1990年10月15日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都練馬区旭町1丁目32番1号  
氏 名 株式会社アドバンテスト